

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 : C21B 13/02, 13/14, F27B 1/10	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/09765 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 24. Februar 2000 (24.02.00)
--	----	---

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/04875

(22) Internationales Anmeldedatum: 12. Juli 1999 (12.07.99)

(30) Prioritätsdaten:  
A 1392/98 13. August 1998 (13.08.98) AT

(71) Anmelder (nur für AU CN CZ ID IN JP KR PL RU SK TR  
UA VN): VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU  
GMBH [AT/AT]; Turmstrasse 14, A-4020 Linz (AT).

(71) Anmelder (nur für AT BE BR CA CH CY DE DK ES FI FR  
GB GR IE IT LU MC MX NL PT SE ZA): DEUTSCHE  
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH  
[DE/DE]; Völklinger Strasse 4, D-40219 Düsseldorf (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KEPPLINGER, Leopold,  
Werner [AT/AT]; Lahholdstrasse 7, A-4060 Leonding  
(AT). KASTNER, Rainer, Walter [AT/AT]; Bergerfeld 16,  
A-4180 Zwettl A.D.Rodl (AT). WIEDER, Kurt [AT/AT];  
Aisttalstrasse 26, A-4311 Schwertberg (AT). SCHIFFER,  
Wilhelm [AT/AT]; Linzerstrasse 23/15, A-4050 Traun  
(AT). STASTNY, Wilhelm [AT/AT]; Berbersdorf 15,  
A-4211 Alberndorf (AT).

(74) Anwalt: RIEBERER, Stefan; Va Tech Patente GmbH,  
Stahlstrasse 21a, A-4020 Linz (AT).

(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CN, CZ, ID, IN, JP, KR,  
MX, PL, RU, SK, TR, UA, US, VN, ZA, europäisches  
Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR,  
IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen  
eintreffen.

(54) Title: SHAFT FURNACE

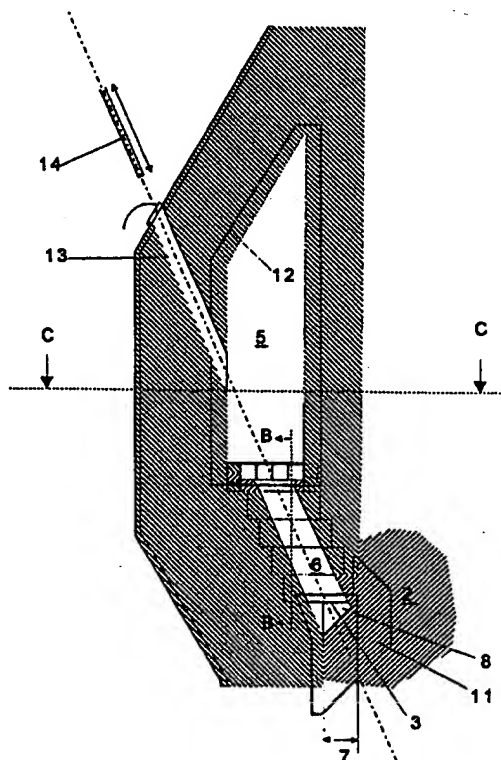
(54) Bezeichnung: SCHACHTOFEN

(57) Abstract

The invention relates to a shaft furnace, especially a direct reduction shaft furnace, with a charge of lump materials (2), especially materials containing iron oxide and/or spore iron, which can be introduced into the furnace from above and also comprising a plurality of inlets (3) for a reduction gas arranged on a plane in the region of the lower third part of the furnace, whereby the profile of the furnace has an extended diameter (7) and a cavity (8) is formed between the gas inlets (3) and the charge (2). The inventive furnace enables gas to be supplied and distributed in a uniform manner along the periphery of said furnace.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Schachtofen, insbesondere einen Direktreduktionsschachtofen, mit einer Schüttung aus stückigem Gut (2), insbesondere Eisenoxid und/oder Eisenschwamm enthaltendem stückigem Gut, welches von oben in den Schachtofen aufgebbar ist und mit in einer Ebene angeordneten Vielzahl von Gaseintrittsöffnungen (3) für ein Reduktionsgas im Bereich des unteren Drittels des Schachtofens, wobei die Schachtkontur eine Durchmessererweiterung (7) aufweist und zwischen den Gaseintrittsöffnungen (3) und der Schüttung (2) ein Hohlraum (8) ausgebildet ist. Der erfindungsgemäße Schachtofen ermöglicht es, dem Schachtofen gleichmäßig über seinen Umfang verteilt Gas zuzuführen.



BEST AVAILABLE COPY

# LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

### Schachtofen

Die Erfindung betrifft einen Schachtofen, insbesondere Direktreduktionsschachtofen, mit einer Schüttung aus stückigem Gut, insbesondere Eisenoxid und/oder Eisenschwamm enthaltendem stückigem Gut, welches von oben in den Schachtofen aufgegeben wird und mit in einer Ebene angeordneten Vielzahl von Gaseintrittsöffnungen für ein Reduktionsgas im Bereich des unteren Drittels des Schachtofens, wobei der Schachtofen außen von einem Ringraum umgeben ist, welcher nach unten durch Gaszuführungskanäle mit den Gaseintrittsöffnungen verbunden ist.

Schachtofen, insbesondere Direktreduktionsschachtofen der oben beschriebenen Art sind vielfach aus dem Stand der Technik bekannt. Ein solcher, im wesentlichen als zylindrischer Hohlkörper ausgebildeter Schachtofen enthält beispielsweise eine Schüttung aus Eisenoxid und/oder Eisenschwamm enthaltendem stückigem Gut, wobei das Eisenoxid enthaltende Gut in den oberen Teil des Schachtofens aufgegeben wird. Durch mehrere über den Umfang des Schachtofens angeordnete Gaseintrittsöffnungen im Bereich des unteren Drittels des Schachtofens wird ein beispielsweise aus einem Einschmelzvergaser stammendes Reduktionsgas in den Schachtofen und damit in die Feststoffschüttung eingeblasen. Das heiße staubbeladene Reduktionsgas durchströmt die Feststoffschüttung nach oben und reduziert dabei das Eisenoxid der Schüttung ganz oder teilweise zu Eisenschwamm.

Der ganz oder teilweise reduzierte Eisenoxid wird durch zwischen dem Bodenbereich des Schachtofens und dem Bereich der Gaseinlaßöffnungen angeordnete Austragsvorrichtungen aus dem Schachtofen heraus gefördert, wobei die im Schachtofen befindliche Schüttungssäule aufgrund der Schwerkraft nach unten sinkt.

Ein Schachtofen muß aufgrund seiner Bauweise gewährleisten, daß darin ein gleichmäßiger, möglichst vollständiger Reaktionsverlauf, sowie ein gleichmäßiges Absenken des Schüttgutes erfolgen kann.

Die AT PS 387 037 offenbart einen Schachtofen zur thermischen Behandlung von Einsatzstoffen mit gasförmigen Medien. Für die Zuführung von Reduktionsgas sind dabei Gaseintrittsöffnungen vorgesehen, die von einer ringförmigen Schürze gegenüber den im Schachtofen eingebrachten Einsatzstoffen abgedeckt sind. Zwischen der ringförmigen Schürze und einer ringförmigen Erweiterung des Mantels des Schachtofens ist ein ringförmiger

Hohlraum vorgesehen, so daß das eingeleitete Reduktionsgas über den Umfang des Schachtofens verteilt den Einsatzstoffen zugeleitet werden kann.

Diese Ausführung des Gaszuführungssystems hat schwerwiegende Nachteile. Die Innenwände von Schachtofen werden üblicherweise aus feuerfestem Material, beispielsweise Schamott, gemauert. Eine solche ringförmige Schürze kann aber, da sie nur über ihren oberen Umfang mit dem Mantel des Schachtofens verbunden ist, nicht aus einzelnen Schamottziegeln hergestellt werden. Diese Art des Gaszuführungssystems ist aber monolithisch, also aus einem Stück gefertigt, prinzipiell herstellbar. Dazu müßten allerdings einzelne Segmente des Schachtofenmantels zusammen mit dem daran hängenden Teil der ringförmigen Schürze aus jeweils einem einzigen Stück feuerfesten Materials gefertigt werden. Dies ist aber wegen der Größe der Segmente, sowie wegen deren komplexer Geometrie kaum durchzuführen.

Eine auf diese Weise hergestellte ringförmige Schürze würde darüber hinaus bei der ersten Beschickung des Schachtofens zusammenbrechen. Die Seitenkräfte aus Schüttungen, beispielsweise wegen prozeßabhängiger Volumensvergrößerungen, sind beträchtlich. Dadurch würde die ringförmige Schürze sofort nach außen wegbrechen.

Die DE PS 34 22 185 offenbart eine Anordnung aus einem Vergaser und einem Direktreduktionsschachtofen. Der Direktreduktionsschachtofen weist über seinem Boden sternförmig angeordnete Förderschnecken auf, mit welchen stückiges Gut aus dem Schachtofen gefördert wird. Die inneren Enden der Förderschnecken sind in einem kegelförmigen Einbau in der Mitte des Schachtofens gelagert. Dieser kegelförmige Einbau ist nach unten mit dem Einschmelzvergaser verbunden, so daß Reduktionsgas aus dem Einschmelzvergaser durch den kegelförmigen Einbau in den Schachtofen strömen kann. Reduktionsgas wird dem Schachtofen weiters über mindestens eine Gaseintrittsöffnung zugeführt, die in einen von einer Ringschürze und dem Schachtofenmantel gebildeten Ringraum mündet. Für diese Ringschürze gilt dasselbe, wie für die in der AT PS 387 037, d.h. sie würde sofort seitlich wegbrechen und/oder aufgrund der abrasiven Kräfte der sich an ihr vorbeibewegenden Schüttung abgeschliffen werden. Dies gilt um so mehr, als der sich auf gleicher Höhe wie die Ringschürze befindende kegelförmige Einbau aus der Sicht des Schüttungsmaterials eine Verringerung des freien Querschnitts des Schachtofens darstellt. Infolgedessen sind auch die seitlich wirksamen Kräfte aus der Schüttung im Bereich des kegelförmigen Einbaus und der Ringschürze wesentlich größer als in anderen Bereichen des

Schachtofens. Darüber hinaus bildet die Schüttung in Bereichen verringerten Querschnitts bevorzugt Verbackungen, Agglomerationen und Brücken. Dadurch wird ein gleichmäßiges Absenken des Schüttungsmaterials verhindert.

Aus dem Stand der Technik, beispielsweise der US PS 3 816 101 oder der US PS 4 046 557, sind Schachtofen bekannt, bei denen ein Reduktionsgas zunächst in einen den Schachtofen ringförmig umgebenden Hohlraum eingebracht wird, von dem aus mehrere Gaszuführungskanäle in eine Kegelstumpfmantel-förmige Erweiterung des Schachtofenmantels münden. In einem senkrechten Schnitt weist dieser ringförmige Hohlraum eine rechteckige Querschnittsfläche auf, wobei vom Boden und/oder von der inneren Wand dieses Ringraumes die in den Schachtofen mündenden Gaszuführungskanäle wegführen.

Dieses Gaszuführungssystem ist ungeeignet, wenn das Reduktionsgas gleichmäßig über den Umfang des Schachtofens verteilt zugeführt werden soll. Da das Schüttungsmaterial direkt an jeder Gaseintrittsöffnung anliegt, ist die Zahl der Gaseintrittsstellen in den Schachtofen und damit in die Schüttung nur jeweils so groß wie die Anzahl der Gaseintrittsöffnungen.

Bei Verwendung eines staubbeladenen Reduktionsgases kann sich Staub bei der Mündung der Gaszuführungskanäle in den Schachtofen ablagern und dort die Gasdurchlässigkeit der Schüttung verringern, wodurch sich weiterer Staub ablagert, usw. und letztendlich die Gaszuführungskanäle verstopft. Weiterer Staub kann sich auch am Boden des Ringraumes absetzen. Im Extremfall kann sogar stückiges Material aus der Schüttung bis in den Ringraum gelangen. Die Entfernung der im Gaszuführungssystem abgelagerten Feststoffe ist nicht möglich, ohne den Schachtofen außer Betrieb zu nehmen und zu entleeren. Die durch verstopfte Gaszuführungskanäle verursachten Durchgasungsstörungen der Schüttung führen zu einer ungleichmäßigen Reduktion des Schüttungsmaterials und zu einer Verringerung der Produktqualität.

Gegenstand der Erfindung ist es daher, einen Schachtofen, insbesondere einen Direktreduktionsschachtofen bereitzustellen, dessen Gaszuführungssystem so gestaltet ist, daß die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile vermieden werden.

Insbesondere soll dieses Gaszuführungssystem auf einfache Weise aus herkömmlichem Feuerfestmaterial herstellbar sein und eine ausreichende mechanische Stabilität gegenüber den

aus der Schüttung seitlich wirkenden Kräften aufweisen. Staubbeladenes Reduktionsgas soll sich gleichmäßig am Umfang des Schachtofens und daher in weiterer Folge auch in der Schüttung verteilen können und das Verstopfen von Gaszuführungskanälen soll vermieden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Schachtkontur im Bereich der Gaseintrittsöffnungen eine Durchmessererweiterung aufweist und die Wand des Schachtofens in einer Weise ausgebildet ist, daß zwischen den im Bereich dieser Durchmessererweiterung angeordneten Gaseintrittsöffnungen und der Schüttung ein ringförmiger Hohlraum ausgebildet ist.

Mit der erfindungsgemäßen Ausführung des Gaszuführungssystems ist es erstmals möglich, einem Schachtofen gleichmäßig über seinen Umfang verteilt Gas zuzuführen, ohne eine mechanisch instabile und aus herkömmlichen feuerfesten Steinen kaum herstellbare Ringschürze vorsehen zu müssen.

Nach einem vorteilhaften Merkmal sind im Bereich der Durchmessererweiterung eine Anzahl von Mitteln – zum Aufteilen des ringförmigen Hohlraums in voneinander getrennte Sektionen – angeordnet und an bzw. in der Wand des Schachtofens befestigt.

Von diesen Mitteln zum Aufteilen des ringförmigen Hohlraums sind beispielsweise 2 bis 16, bevorzugterweise jedoch 4 bis 8 im wesentlichen etwa gleichmäßig voneinander beabstandet im Bereich der Durchmessererweiterung angeordnet, so daß der ringförmige Hohlraum in ebensoviele Sektionen unterteilt wird.

Bevorzugterweise werden diese Mittel zum Aufteilen des Hohlraums von senkrecht angeordneten Blechen und/oder Platten gebildet, die auf jeden Fall so bemessen sind, daß jeweils ein solches Mittel den senkrechten Querschnitt des Hohlraums mindestens zur Gänze durchsetzt.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind zusätzlich zu den Mitteln zum Aufteilen des Hohlraumes weitere Mittel – zum Aufteilen des Ringraumes in voneinander getrennte Abschnitte im Ringraum angeordnet, wobei jedem der voneinander getrennten Abschnitte jeweils unabhängig voneinander von außerhalb des Schachtofens Gas zuführbar ist.

Die Aufteilung des ringförmigen Hohlraums in voneinander getrennte Sektionen zusammen mit der Aufteilung des Ringraumes in voneinander getrennte Abschnitte erweist sich als vorteilhaft, weil damit die Gefahr vermieden bzw. verringert wird, daß das Reduktionsgas – bei temporären Durchgasungsstörungen der Schüttung – den Weg des geringsten Widerstandes nimmt und dadurch Teilbereiche der Schüttung verstärkt von Reduktionsgas durchströmt werden und andere Teilbereiche an Reduktionsgas "unterversorgt" sind.

Vorzugsweise sind dabei die Mittel zum Aufteilen des Ringraumes, sowie die Mittel zum Aufteilen des Hohlraumes derart angeordnet, daß je ein Abschnitt des Ringraumes einer Anzahl von Sektionen des Hohlraumes zugeordnet ist, wodurch Gas über den jeweiligen Abschnitt der(den) damit korrespondierenden Sektion(en) zuführbar ist.

Besonders bevorzugt ist es dabei, daß die Anzahl der Mittel zum Aufteilen des Ringraumes gleich groß wie die Anzahl der Mittel zum Aufteilen des Hohlraumes ist und ein Abschnitt jeweils einer Sektion zugeordnet ist.

Durch die Unterteilung des Ringraumes und des Hohlraumes durch geeignete Mittel, etwa Feuerfestmaterial, Bleche, etc., entstehen abgeschlossene Bereiche, welche individuell und gezielt mit Gasmengen beaufschlagt werden können. Beispielsweise ist es möglich, trotz lokal unterschiedlicher Schüttungspermeabilität die gleiche Gasmenge in jeden Bereich der Schüttung einzubringen. Ebenso ist es aber auch möglich, falls dies die Prozessführung erfordert, bewusst unterschiedliche Gasmengen pro Bereich in die Schüttung einzubringen.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Schachtofens ist der vertikale Querschnitt jeweils eines Abschnitts des Ringraumes vom Ort der Gaszuführung zu den jeweiligen Abschnittsenden in Umfangrichtung verjüngend ausgeführt.

Dies hat zur Folge, daß die Geschwindigkeit des staubbeladenen Gases vom Ort der Gaszuführung bis hin zum jeweiligen Abschnittsende nicht bzw. nicht so stark abnimmt als dies bei einem in Umfangrichtung gleichbleibenden Querschnitt des Ringraumes der Fall wäre. Dadurch bleibt die Gasgeschwindigkeit an allen Orten des Ringraumes ausreichend hoch, um Staubablagerungen im Ringraum zu vermeiden.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist einer Anzahl von Gaszuführungskanälen jeweils eine von außerhalb des Schachtofens bedienbare

Reinigungsvorrichtung zugeordnet, mittels welcher Anbackungen aus den Gaszuführungskanälen bzw. dem den Gaszuführungskanälen in Gasströmungsrichtung vorgeordneten Ringraum abreinigbar ist.

Prozeßstörungen können weiterhin zu Ablagerungen/Anbackungen im Ringraum bzw. den Gaszuführungskanälen führen. Mittels der Reinigungsvorrichtung(en) kann eine Abreinigung dieser Ablagerungen erfolgen. Besonders vorteilhaft ist es, daß der durch die Durchmessererweiterung gebildete Hohlraum ein ausreichend großes Volumen für die Aufnahme des losgelösten Materials bietet, während dies ansonsten lediglich zu einer Verstopfung der Gaszuführungskanäle führen würde. Es wird somit ein aufwendiges Schachtentleeren bzw. eine Materialentnahme nach außen vermieden.

Im einfachsten Fall ist jeweils eine Reinigungsvorrichtung zweckmäßigerweise als Stochervorrichtung ausgebildet, wobei die Stochervorrichtung die äußere Wand des Ringraumes im wesentlichen in der Verlängerung jeweils eines Gaszuführungskanals durchsetzt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bildet die Durchmessererweiterung eine kegelstumpfförmige Mantelfläche, deren Erzeugende mit der Waagrechten einen Winkel einschließt, welcher kleiner ist, als der Schüttwinkel des im Schachtofen befindlichen Gutes.

Dadurch bildet sich ein von der kegelstumpfförmigen Mantelfläche, einem Teil der senkrechten inneren Wand des Schachtofens und von der Schüttung begrenzter, ringförmiger Hohlraum aus, in welchem sich das durch die Gaseintrittsöffnungen zugeführte Gas gleichförmig verteilen kann. Unter Schüttwinkel ist dabei der natürliche Schüttwinkel zu verstehen, den die Erzeugende der Mantelfläche eines Schüttkegels mit der Waagrechten einschließt.

Bevorzugterweise beträgt der Winkel, den die Erzeugende der Mantelfläche mit der Waagrechten einschließt, 0 bis 25°, wobei sich die Durchmessererweiterung von oben nach unten erweitert. Der Schüttwinkel von stückigem Eisenschwamm, Erzpellets oder stückigem Erz beträgt etwa 35 bis 40°. Der Unterschied dieser beiden Winkel ist also ausreichend groß, um einen Ringraum entstehen zu lassen, in dem sich das Reduktionsgas optimal verteilen kann.

Besonders bevorzugt beträgt der Winkel, den die Erzeugende der Mantelfläche mit der Waagrechten einschließt,  $0^\circ$ . Bei dieser Ausführung ist der Abstand zwischen Schüttung und Mantelfläche, bzw. den in der Mantelfläche angeordneten Gaseintrittsöffnungen so groß, daß die Gefahr, daß staubförmiges oder stückiges Material aus der Schüttung in einen der Gaszuführungskanäle gelangen kann, minimiert ist.

Das Gaszuführungssystem weist auch eine hervorragende mechanische Stabilität auf, da die Abmessungen der Gaszuführungskanäle, welche die Wand des Schachtofens durchsetzen, so gering gehalten werden können, daß die Gaseintrittsöffnungen, bzw. das von den Gaszuführungskanälen und dem die Gaszuführungskanäle umgebenden Feuerfestmaterial gebildete Gaszuführungssystem den aus der Schüttung wirkenden Seitenkräften standhalten kann.

Das Gaszuführungssystem ist auch auf einfache Weise aus herkömmlichem Feuerfestmaterial, beispielsweise Schamotteziegeln, herstellbar, da jeder Teil des Gaszuführungssystem durch darunterliegende Teile unterstützt wird. Es sind keine Einrichtungen, wie beispielsweise eine Ringschürze vorgesehen, die nur über einen oberen Rand mit der Wand des Schachtofens verbunden wären.

Einer vorteilhaften Ausgestaltung zufolge weisen die Gaszuführungskanäle einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt auf und sind von unten nach oben hin verjüngend ausgeführt, wobei die inneren Kanten der Gaszuführungskanäle abgerundet sind. Dadurch ist sichergestellt, daß Gaszuführungskanäle, in welchen trotz des im Inneren des Schachtofens gebildeten materialfreien ringförmigen Hohlraums ein Materialstau auftritt, sich von selbst, d.h. mit der Abwärtsbewegung des Gutes im Schachtofen wieder reinigen.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Übergang zwischen dem Ringraum, welcher den Schachtofen außen ringförmig umgibt, und den Gaszuführungskanälen schräg nach unten abfallend ausgeführt. Infolgedessen kann sich staubförmiges Material aus dem Reduktionsgas nicht im Ringraum ansammeln und auch Material aus der Schüttung, das aufgrund prozeßbedingter Störungen in den Ringraum gelangt, kann dort nicht liegenbleiben. Vielmehr wird solches Material aufgrund der Schwerkraft durch die sich nach unten erweiternden Gaseintrittsöffnungen wieder in den Schachtofen zurückgeführt.

Im folgenden wird der erfindungsgemäße Schachtofen durch die Zeichnungen Fig.1 bis Fig.5 näher erläutert.

- Fig. 1: Gesamtdarstellung des Schachtofens  
Fig. 2: Durchmessererweiterung des Schachtofens mit Gaszuführungs kanal und Ringraum  
Fig. 3: Schnitt A-A aus Fig. 1  
Fig. 4: Schnitt B-B aus Fig. 2  
Fig. 5: Schnitt C-C aus Fig. 2

Fig. 1 zeigt den erfindungsgemäßen Schachtofen 1 mit einer Schüttung aus stückigem Gut 2, welches dem Schachtofen 1 von oben aufgebbar ist (Aufgabevorrichtung nicht dargestellt). Im Bereich des unteren Drittels des Schachtofens 1 ist eine Vielzahl von Gaseintrittsöffnungen 3 in einer Ebene angeordnet. Durch diese Gaseintrittsöffnungen 3 wird ein Reduktionsgas in die Schüttung 2 eingeblasen. Über dem Boden des Schachtofens 1 sind Förderschnecken 4 angeordnet, durch welche das stückige Gut aus dem Schachtofen 1 ausgetragen wird.

In Fig. 2 ist eine der Gaseintrittsöffnungen 3 mit dem den Schachtofen 1 außen umgebenden Ringraum 5 und einem der Gaszuführungs kanäle 6, welche die Gaseintrittsöffnungen mit dem Ringraum 5 verbinden, dargestellt. Die Durchmessererweiterung 7 der Schachtkontur ist als waagrechter Rücksprung im Mantel des Schachtofens 1 ausgeführt, so daß zwischen Gaseintrittsöffnungen 3 und Schüttung 2 ein ringförmiger Hohlraum 8 ausgebildet ist. In diesem Hohlraum 8 kann sich das durch die Gaszuführungs kanäle 6 und die Gaseintrittsöffnungen 3 zugeführte Reduktionsgas optimal verteilen. In Fig. 2 sind weiters ein Mittel 11 zum Aufteilen des Hohlraums, sowie ein Mittel 12 zum Aufteilen des Ringraumes 5, hier jeweils als senkrecht angeordnetes Blech ausgebildet, strichliert dargestellt. Den äußeren Mantel des Ringraumes 5 durchsetzt eine Reinigungsöffnung 13 in der Weise, daß die Zentralachse der Reinigungsöffnung 13 mit der Zentralachse des Gaszuführungs kanals 6 zusammenfällt. Die Reinigungsöffnung 13 ist außen dichtend verschließbar ausgeführt. Wenn dies erforderlich ist, können beispielsweise mittels einer Stange 14 (gerade oder gebogen) der Gaszuführungs kanal 6 und ein Teil des Ringraumes 5 von Ablagerungen abgereinigt werden.

Fig. 3 stellt einen Schnitt durch A-A der Fig. 1 dar, wobei die Betrachtungsrichtung senkrecht von unten in Richtung eines der Gaszuführungs kanäle 6 gewählt ist. Die inneren Kanten 9 der

Gaszuführungskanäle 6 sind abgerundet und die Gaszuführungskanäle 6 sind nach oben verjüngend ausgeführt. Dadurch wird gewährleistet, daß sich staubförmiges Material aus dem Reduktionsgas nicht in den Gaszuführungskanälen 6 ablagert, bzw. daß sich die Gaszuführungskanäle 6 im Falle eines Materialstaus mit der Abwärtsbewegung des stückigen Gutes wieder von selbst reinigen.

Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch B-B der Fig. 2, vom Schachtinneren her betrachtet. Die Gaszuführungskanäle 6 erweitern sich von oben nach unten und die Übergänge 10 von dem Ringraum 5 zu den Gaszuführungskanälen 6 sind nach unten hin schräg abfallend ausgeführt. Auch dies soll sicherstellen, daß staubförmiges Material aus dem Reduktionsgas sich nicht in dem Ringraum 5 ablagert, sondern zusammen mit dem Reduktionsgas in den Schachtofen 1 eingetragen wird.

Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch C-C der Fig. 2, wobei der Ringraum 5 mit – in Umfangsrichtung vom Ort der Gaszuführung 15 zu den Abschnittsenden 12 – abnehmendem Querschnitt dargestellt ist.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf das in den Zeichnungen Fig. 1 bis Fig. 5 dargestellte Ausführungsbeispiel, sondern umfaßt auch alle dem Fachmann bekannten Mittel, die zur Ausführung der Erfindung herangezogen werden können.

Beispielsweise sind die Bleche oder Platten nicht auf die in Fig. 2 dargestellte Form und Größe beschränkt, sondern können, je nach materialtechnischen und prozeßbedingten Erfordernissen beispielsweise auch rechteck- oder kreissegmentähnliche Umrisse aufweisen und auch geringere Ausmaße aufweisen, so daß sie nicht so weit wie in Fig. 2 dargestellt in die Schüttung hineinragen.

Der Ringraum kann, wie in den Ausführungsbeispielen dargestellt, mit dem Schacht baulich verbunden sein, es ist aber auch möglich, daß der Ringraum von einer Ringrohrleitung gebildet wird, die den Schacht – zu diesem beabstandet – konzentrisch umgibt. Die Verbindung zwischen Ringrohrleitung und den Gaszuführungskanälen erfolgt dann über nach unten geneigte, sich erweiternde Stichleitungen. Dies bringt weitere Vorteile bei der konstruktiven Ausführung des Reduktionsschachtes, insbesondere der Feuerfestkonstruktion, sowie verbesserte Zugängigkeit des Ringraumes zum Zwecke der Reinigung.

Es ist weiters möglich, daß die Querschnittsverringering der Abschnitte des Ringraumes nicht nur – wie in Fig. 5 dargestellt – als Verringerung des horizontalen Durchmessers ausgeführt ist, sondern – alternativ oder zusätzlich dazu – als Verringerung des vertikalen Durchmessers des Ringraumes oder – im Falle einer Ringrohrleitung – als konische Einschnürung.

Patentansprüche

1. Schachtofen (1), insbesondere Direktreduktionsschachtofen, mit einer Schüttung aus stückigem Gut (2), insbesondere Eisenoxid und/oder Eisenschwamm enthaltendem stückigem Gut, welches von oben in den Schachtofen (1) aufgebbar ist und mit in einer Ebene angeordneten Vielzahl von Gaseintrittsöffnungen (3) für ein Reduktionsgas im Bereich des unteren Drittels des Schachtofens (1), wobei der Schachtofen (1) außen von einem Ringraum (5) umgeben ist, welcher nach unten durch Gaszuführungskanäle (6) mit den Gaseintrittsöffnungen (3) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Bereich der Gaseintrittsöffnungen (3) die Schachtkontur eine Durchmessererweiterung (7) aufweist und die Wand des Schachtofens (1) in einer Weise ausgebildet ist, daß zwischen den im Bereich dieser Durchmessererweiterung (7) angeordneten Gaseintrittsöffnungen (3) und der Schüttung (2) ein ringförmiger Hohlraum (8) ausgebildet ist.
2. Schachtofen (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Bereich der Durchmessererweiterung (7) eine Anzahl von Mitteln (11) – zum Aufteilen des Hohlraums (8) in voneinander getrennte Sektionen – angeordnet und an bzw. in der Wand des Schachtofens befestigt ist.
3. Schachtofen (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** 2 bis 16, bevorzugterweise 4 bis 8 Mittel (11) zum Aufteilen des Hohlraums (8) im wesentlichen gleichmäßig voneinander beabstandet im Bereich der Durchmessererweiterung (7) angeordnet sind.
4. Schachtofen (1) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittel (11) zum Aufteilen des Hohlraums (8) von senkrecht angeordneten Blechen und/oder Platten gebildet werden.
5. Schachtofen (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** zusätzlich zu den Mitteln (11) zum Aufteilen des Hohlraumes (8) weitere Mittel (12) – zum Aufteilen des Ringraumes (5) in voneinander getrennte Abschnitte – im Ringraum (5) angeordnet sind, wobei jedem der voneinander getrennten Abschnitte jeweils unabhängig voneinander von außerhalb des Schachtofens (1) Gas zuführbar ist (15).

6. Schachtofen (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittel (12) zum Aufteilen des Ringraumes (5), sowie die Mittel (11) zum Aufteilen des Hohlraumes (8) derart angeordnet sind, daß je ein Abschnitt des Ringraumes (5) einer Anzahl von Sektionen des Hohlraumes (8) zugeordnet ist, wodurch Gas über den jeweiligen Abschnitt der(den) damit korrespondierenden Sektion(en) zuführbar ist.
7. Schachtofen (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anzahl der Mittel (12) zum Aufteilen des Ringraumes (5) gleich groß wie die Anzahl der Mittel (11) zum Aufteilen des Hohlraumes (8) ist und ein Abschnitt jeweils einer Sektion zugeordnet ist.
8. Schachtofen (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der vertikale Querschnitt jeweils eines Abschnitts des Ringraumes (5) vom Ort der Gaszuführung (15) zu den jeweiligen Abschnittsenden (12) in Umfangrichtung verjüngend ausgeführt ist.
9. Schachtofen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß einer Anzahl von Gaszuführungskanälen (6) jeweils eine von außerhalb des Schachtofens (1) bedienbare Reinigungsvorrichtung (13,14) zugeordnet ist, mittels welcher Anbackungen aus den Gaszuführungskanälen (6) bzw. dem den Gaszuführungskanälen (6) in Gasströmungsrichtung vorgeordneten Ringraum (5) abreinigbar ist.
10. Schachtofen (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeweils eine Reinigungsvorrichtung (13,14) als Stochervorrichtung ausgebildet ist, wobei die Stochervorrichtung die äußere Wand des Ringraumes (5) im wesentlichen in der Verlängerung jeweils eines Gaszuführungskanals (6) durchsetzt.
11. Schachtofen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Durchmessererweiterung (7) eine kegelstumpfförmige Mantelfläche bildet, deren Erzeugende mit der Waagrechten einen Winkel einschließt, welcher kleiner ist, als der Schüttwinkel des im Schachtofen befindlichen Gutes.
12. Schachtofen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Durchmessererweiterung (7) von oben nach unten erweitert und daß die Erzeugende der kegelstumpfförmigen Mantelfläche mit der Waagrechten einen Winkel von 0° bis 25° einschließt.

13. Schachtofen (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Erzeugende der kegelstumpfförmigen Mantelfläche mit der Waagrechten einen Winkel von  $0^\circ$  einschließt.
14. Schachtofen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Gaszuführungskanäle (6) einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gaszuführungskanäle (6) von unten nach oben verjüngend ausgeführt sind und daß die inneren Kanten der Gaszuführungskanäle (6) abgerundet sind.
15. Schachtofen (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Übergänge (10) vom Ringraum (5), welcher den Schachtofen (1) außen umgibt, zu den Gaszuführungskanälen (6) nach unten hin schräg abfallend ausgeführt sind.

Fig. 1

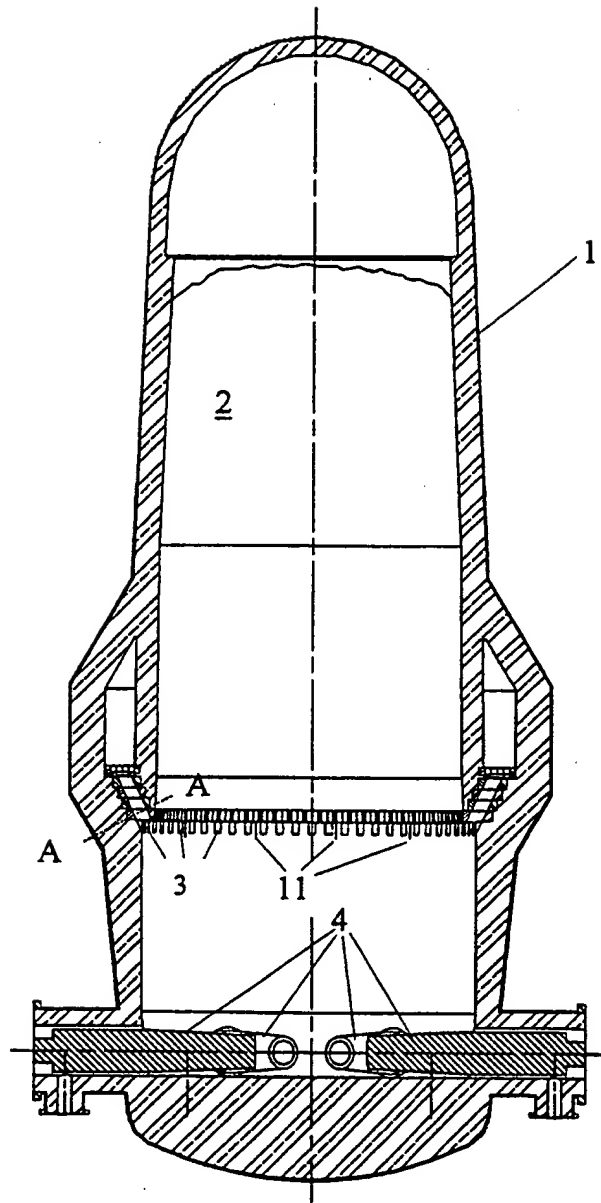


Fig. 2

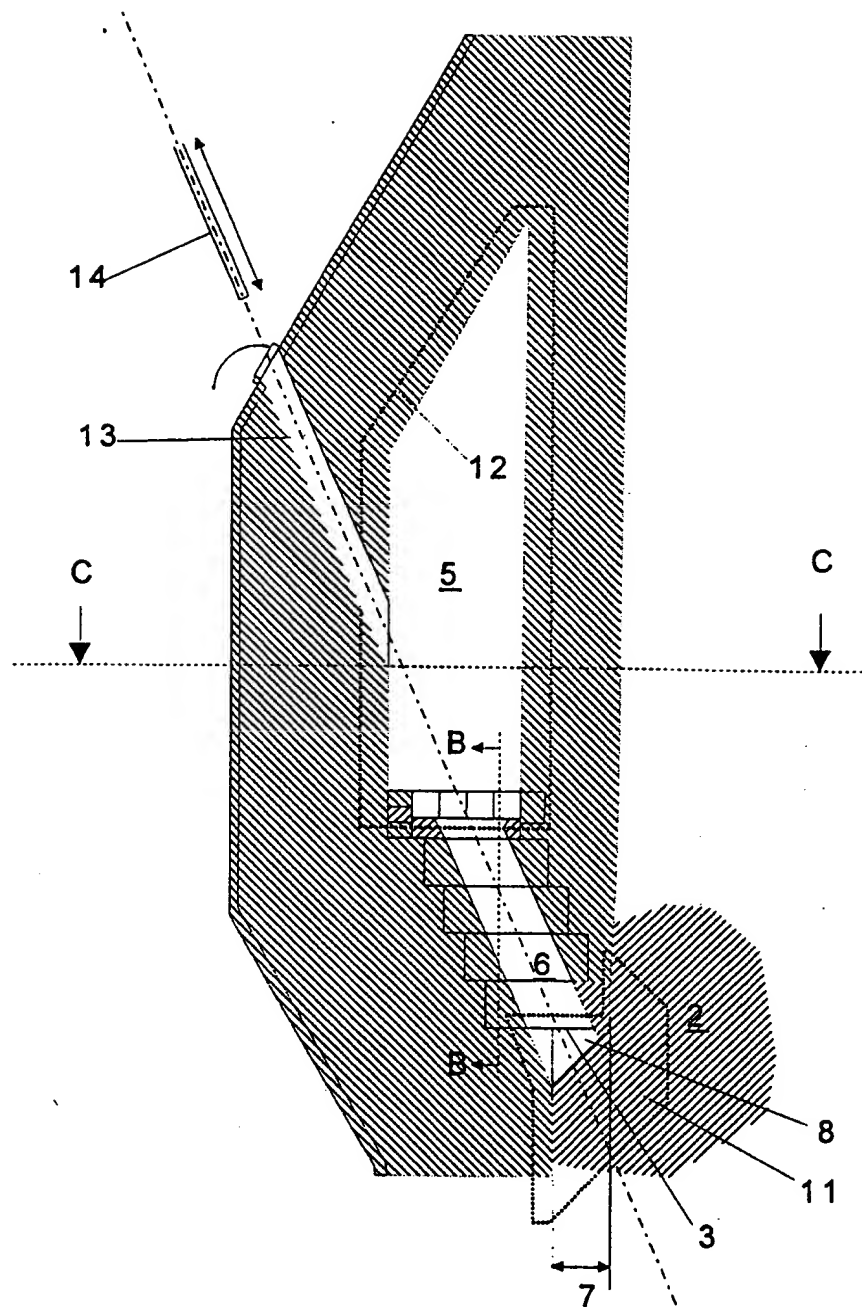


Fig. 3

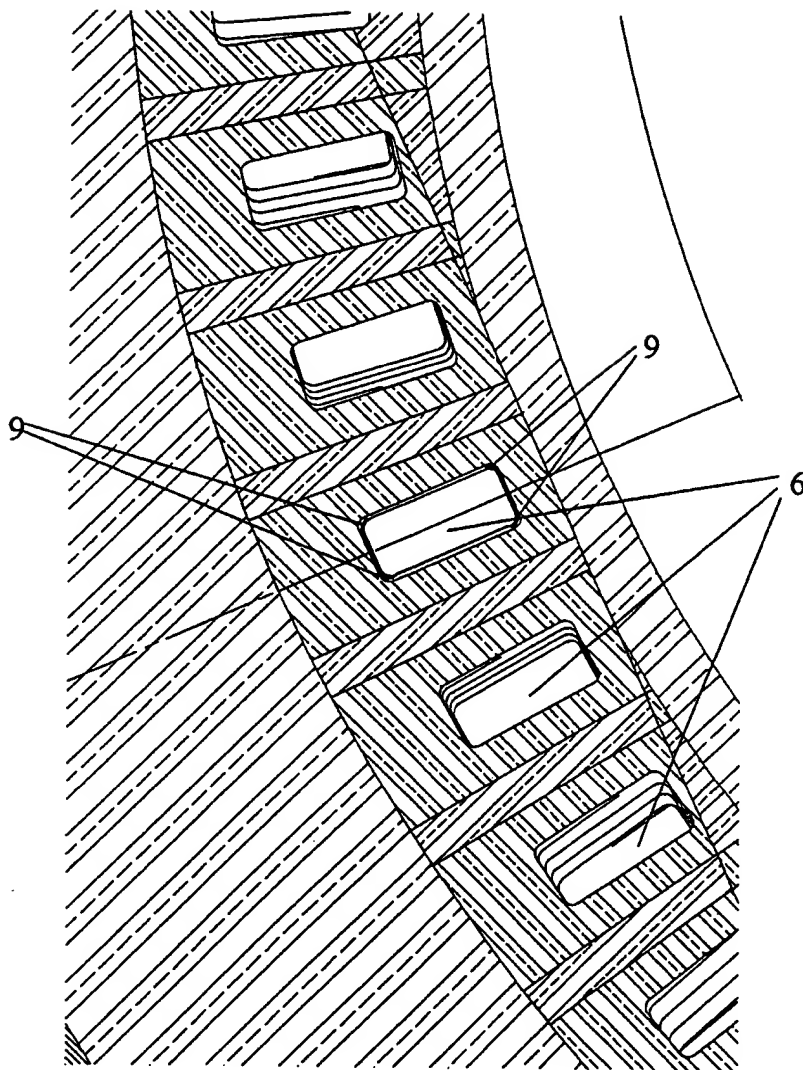


Fig. 4

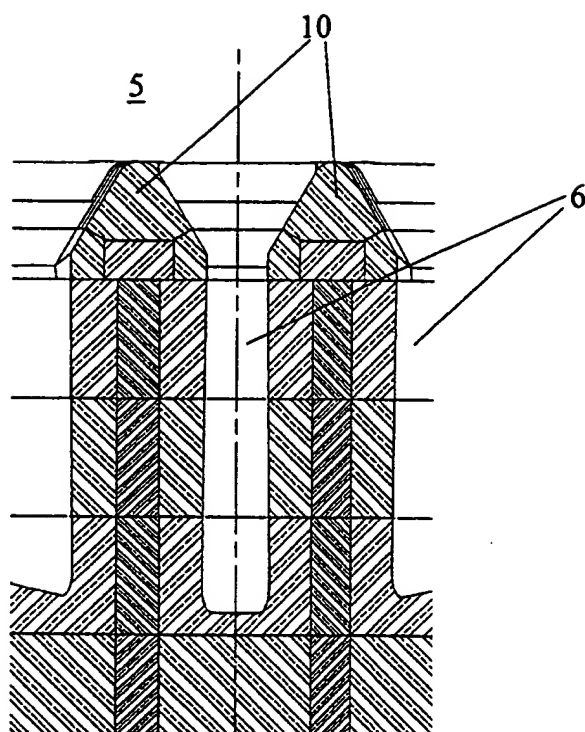
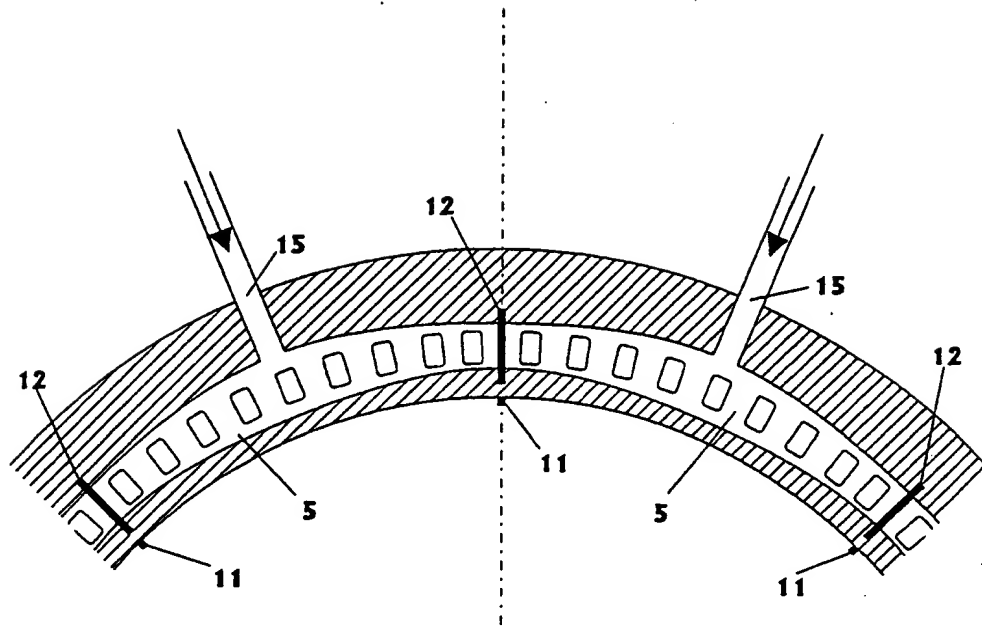


Fig. 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**